

Patent Abstracts of Japan

PUBLICATION NUMBER : 07018357  
PUBLICATION DATE : 20-01-95

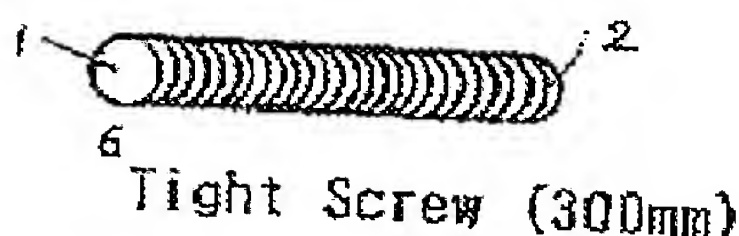
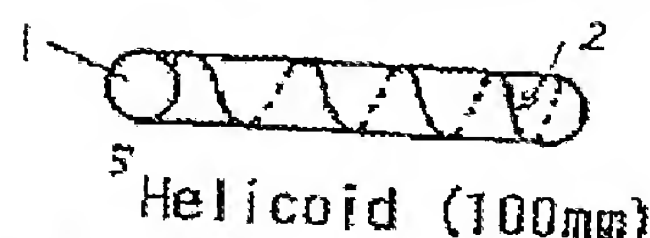
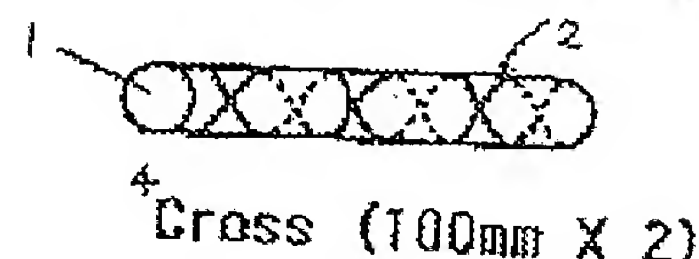
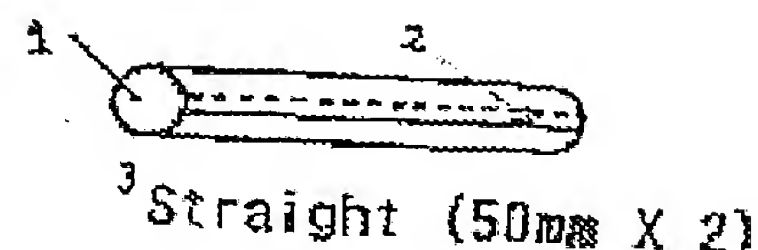
APPLICATION DATE : 02-10-91  
APPLICATION NUMBER : 03323621

APPLICANT : TANAHASHI YOSHIKATSU;

INVENTOR : TANAHASHI YOSHIKATSU;

INT.CL. : C22C 14/00 A61B 17/12 A61L 27/00  
C01G 49/00 C22C 19/03 H05B 6/10 //  
H01F 1/00

TITLE : COMBINED FUNCTIONAL MATERIAL  
DEVICE



ABSTRACT : PURPOSE: To form a combined functional material device which is movable in response to an external applied electromagnetic field, self-generating heat by the effect of an electromagnetic-induced eddy current and enables the self- deformation of the shape memory element itself to the original memorized shape by a temp. change due to the heat by combining a simple shape memory material with a ferromagnetic substance.

CONSTITUTION: A fine wire 1 of ferromagnetic ferrite is wound around the surface of a Ti-Ni shape memory alloy 2 and they are joined to obtain the objective combined functional material device capable of self-generating heat by the effect of an electromagnetic-induced eddy current generated in an external electromagnetic field and capable of self-deformation.

COPYRIGHT: (C)1995,JPO

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平7-18357

(43) 公開日 平成7年(1995)1月20日

(51) Int.Cl.<sup>2</sup>

識別記号

序内整理番号

F 1

技術表示箇所

C 2 2 C 14/00

Z

A 6 1 B 17/12

3 2 0

A 6 1 L 27/00

U 7252-4 C

C 0 1 G 49/00

Z

H 0 1 F 1/ 00

Z

審査請求 未請求 請求項の数 4 書面 (全 6 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号

特願平3-323621

(22) 出願日

平成3年(1991)10月2日

(71) 出願人 591150580

古屋 泰文

宮城県仙台市青葉区三条町14-1-33

(71) 出願人 391063662

棚橋 善克

宮城県仙台市太白区八木山香澄町10-26

(72) 発明者 古屋 泰文

宮城県仙台市青葉区三条町14-1-33

(72) 発明者 棚橋 善克

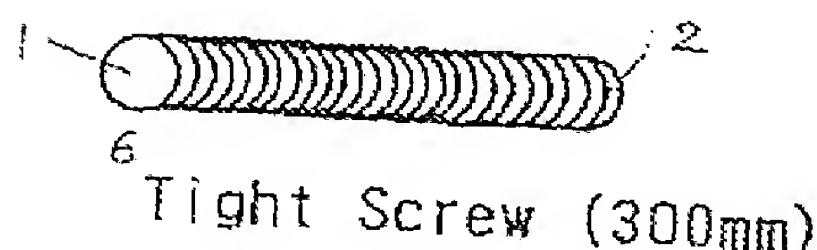
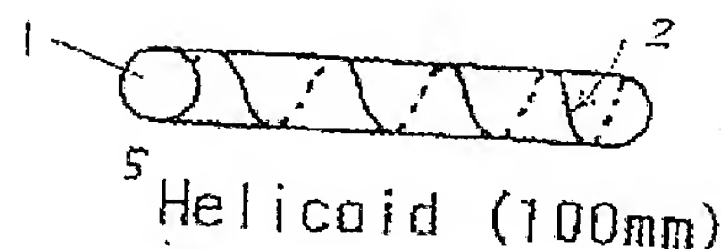
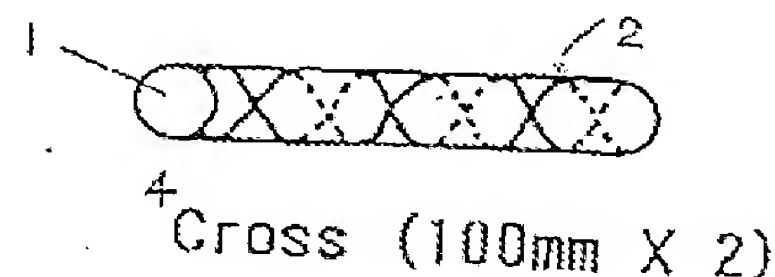
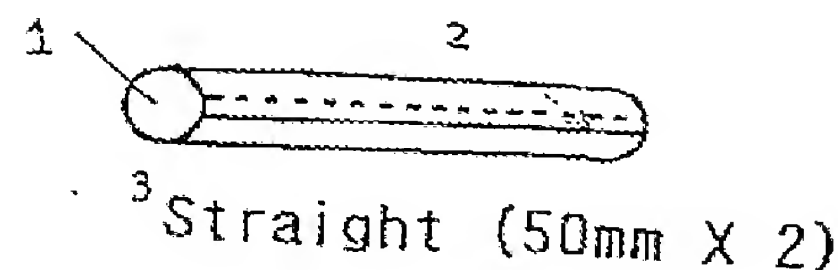
宮城県仙台市太白区八木山香澄町10-26

(54) 【発明の名称】 複合機能材料素子

(57) 【要約】

【目的】 形状記憶材料単体と強磁性体とを組み合わせることにより、外部付与電磁場に反応して、移動可能でかつ電磁誘導うず電流効果により自己発熱し、その際の温度変化により形状記憶素子自体が、以前の記憶形状状態まで自己変形できる複合機能材料素子を形成する。

【構成】 強磁性体フェライト鉄細線 (1) を T i - N i 形状記憶合金 (2) 表面に巻き付け、接合して、外部電磁場内で発生する電磁誘導うず電流効果による自己発熱と自己変形が可能な複合機能材料素子となる。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】形状記憶現象を有する合金系の単体材料素子に強磁性体（フェライト等）を、その内部に内包・内在させ、または／もしくはその外周部表面に接合、被覆、メッキ処理を施し、外部からの付加電磁界に反応・応答して移動できるようにせしめた複合機能性形状記憶材料素子

【請求項2】形状記憶現象を有するポリマー系材料の単体材料素子に強磁性体（フェライト等）を、その内部に内包・内在させ、または／もしくはその外周部表面に接合、被覆、メッキ処理を施し、外部からの付加電磁界に反応・応答して移動できるようにせしめた複合機能性形状記憶材料素子

【請求項3】形状記憶現象を有するセラミックス系材料等の単体材料素子に強磁性体（フェライト等）を、その内部に内包・内在させ、または／もしくはその外周部表面に接合、被覆、メッキ処理を施し、外部からの付加電磁界に反応・応答して移動できるようにせしめた複合機能性形状記憶材料素子

【請求項4】外部電磁界からの高周波電磁誘導効果作用により、接合、被覆もしくは内在させた磁性体内にうず電流が発生し、それにより付随して起こる電気抵抗性自己発熱効果による温度変化により、本体の形状記憶材料が熱弾性的相変態などを誘発し、複合機能材料素子自体が加熱以前の形状に復することができる請求項目1、2、3に記載した複合機能材料素子

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、形状記憶材料単体と強磁性体とを組み合わせることにより、付加磁場方向に依存して移動可能でかつ電磁誘導現象いわゆるうず電流効果により自己発熱し、その際の温度変化により形状記憶素子自体が、以前の記憶形状状態まで自己変形できる複合的機能素子を作成し、生体治療・医療用材料として、秘局所温熱療法（ハイパーサーミア）に用いるたり、従来提案されてきた形状記憶単体からなる生体治療器具、例えば血管クリップ、尿管拡張具、生体内結石把持器具などに用いる。

【0002】また、電磁誘導加熱方式がさらに著しく改善されるので、形状記憶感温素子やロボットなどの駆動用熱機械的エネルギー変換素子に応用がひらかれる。

【0003】さらに、強磁性を有するこの素子が付加電磁場に反応でき、移動、配向が自在で、かつ形状記憶効果を有するこの素子自体の伸縮なども付加磁場強さに伴う発熱制御により自在に調整できる特長を鑑みて、ポリマー、金属基、さらにはコンクリートなどを含む複合材料を作製・成型する際に用いる電磁材料プロセス過程での複合材料製造時の添加用材料素子として複合材料の複合強化作用、機能性を向上せしめるために有益な複合材料素子技術となる。

## 【0004】

【従来の技術】形状記憶合金を単体として、生体・医療用材料として、血管クリップ、骨折部接合クリップ、尿管拡張具、癌部への温熱療法用針などとして使用するためには、形状記憶合金の代表的なTi-Ni系、Cu-AI系、Ni-AI系などは何れも磁気的特性としては、常磁性体もしくは非磁性体なので、形状記憶材料自体を加熱して熱弾性的相変態を生じせしめるためには、直接通電抵抗加熱や温水加温方式もしくは非常に強力な電磁場を生体外部より付与して、形状記憶自体に電磁誘導効果（いわゆる渦電流現象）を起こさせて渦電流抵抗加熱方式を採用することが必要になる。しかし、治療患者への生体内部で上記の方法で形状記憶材料を加熱するのは、直接通電方式では生体感電、温水方式では温水送水方式のための生体内での空間的余裕が取れないこと、強力な電磁場付与方式では患者本人への危険性、付近の電子機器装置への高周波電磁気漏れ防止遮蔽策など重大で、経費も大きくかかることになり、これらが前記

【産業上の利用分野】で示した形状記憶合金の医療・生体方面への応用を著しく妨げている原因となっている。

【0005】また、生体・医療方面以外の応用分野である前記

【産業上の利用分野】で示した形状記憶材料の各種温度差駆動方式アクチュエーター、ロボット駆動用材料への適用に対しても、生体への適用と同様な実用上の技術的問題が生じてくる。さらに、最近、形状記憶材料の繊維、短繊維、フィルム、微粉末粒子などを、ポリマー、金属、コンクリートなどに混合させて複合材料を作製し、複合組織と形状記憶効果により材料強度を高め、さらに形状記憶合金の有する防振・内耗効果を取り込んだ複合機能を有する構造物複合材料の開発が進められている。しかし、このような形状記憶素子を組み込んだ複合材料の諸機能性を効果的に発現させるためには、複合材料内部の形状記憶素子を複合材料の使用目的に沿った形で配列させる必要がでてくるが、現状では、微弱もしくは非磁性体の各種形状記憶素子を複合材料製造プロセス中に目的方向に配列させる技術手段はないのが現状である。以上、

【産業上の利用分野】に示される各種応用用途に用いるための形状記憶材料を効果的に使用するための有効な技術的手段はほとんどないのが現状である

## 【0006】

【発明が解決しようとする課題】本発明は、形状記憶材料単体と強磁性体とを組み合わせることにより、付加磁場方向に依存して移動可能でかつ電磁誘導現象いわゆるうず電流効果により自己発熱し、その際の温度変化により形状記憶素子自体が、以前の記憶形状状態まで自己変形できる複合的機能素子を作成し、以下の用途に使用せしめることを試みたものである。

【0007】（1）この素子を生体治療・医療用材料と

3

して生体癌部分に配設し、局所温熱療法（ハイパーサーミア）に用いる。

（2）強磁性を有するこの素子が付加電磁場に反応で、移動、配向が自在で、かつ形状記憶効果を有するこの素子自体の伸縮なども付加磁場強さに伴う発熱制御により自在に調整できる特長を鑑みて、ポリマー、金属基、さらにはコンクリートなどを含む複合材料を製作・成型する際に用いる電磁材料プロセス過程での複合材料製造時の添加用材料素子として複合材料の複合強化作用、機能性を向上せしめるために有益な複合材料素子技術となる。

（3）外部より付与・制御した電磁界に反応し、強磁性体の発熱にともなう形状記憶材料素子の伸縮挙動を制御できるロボット、各種アクチュエーター用形状記憶駆動素子として利用できる。

（4）生体材料として、患者外部から強磁場を付与することでこの素子に確実な温度変化を与えられ、形状記憶効果を確かなものにでき、従来提案されてきた形状記憶合金単体からなる生体方面への用途、例えば、血栓トラップ用フィルター、歯科矯正ワイヤー、血管クリップ、骨折部骨縫合クリップ、形状記憶素子による生体内結石把持器具、尿管拡張器具などへの用途開発を促進させることができる。

【0008】

【課題を解決するための手段】熱弾性的相変態を起こさせるための形状記憶材料の加熱手段として、形状記憶材料素子自体に強磁性体（フェライトなど）を内包・接着・メッキ接合せしめ外部から付与する電磁場に反応して発熱と移動可能な二つの機能を具備した複合的機能素子を作製するところに特徴がある。この処置により、従来から用いられてきた外部からの直接的で強制的加熱手段、例えば、直接通電、温水送付などの手法をとらずに、ここで提案する磁性体と一体化された形状記憶素子を電磁場発生装置の内部またはその至近距離に配置して、形状記憶素子の一部を形成する強磁性体部分からの渦電流効果による抵抗発熱により、素子の形状記憶現象を積極的に誘発することが可能になる。さらに、この形状記憶素子を含む複合材料作製時プロセスにおいて、外部から付与する電磁場の方向を制御することで、複合材料内部の形状記憶素子の配列を目的方向に配列させ、使用目的にもっとも適した組織形態を形成させることができるようにせしめるための形状記憶素子とするところにも特徴がある。

【0009】

【作用】前記の強磁性体と一体化させた形状記憶複合機能性材料素子を加熱させることは、外部から低周波から高周波電磁場発生装置を素子に接近させることで可能となる。また、形状記憶材料素子の加熱手段として、電磁場発生装置を採用し、その内部もしくは近傍に素子を配設することにより、遠隔的電磁場操作により複数の3

4

次元的に位置した形状記憶材料素子を同時に加熱させることが可能となり、生体内部の癌温熱療法、尿路拡張、血栓フィルター、結石把持内視鏡かん子などの形状記憶効果を利用した生体治療・医療器具への応用が可能になる。さらに、上記の複合機能性素子をポリマー、金属、コンクリートと混合させて複合材料を作成させるプロセス過程で電磁場を素子溶解凝固または成型時に有効に作用させることにより複合材料内部の組織の制御が可能となり、一層効果的な複合材料を生産できる作用・効果が期待できる。

【0010】

【実施例】実施例は図面を用いて説明する。図1は癌温熱療法（ハイパーサーミア）用効果を検討するための基礎実験に用いた強磁性体鉄フェライト細線を巻き付け接合したTi-Ni合金針の4種のサンプル例を模式的に示す。これら4種のフェライト各巻き付け方式、すなわち、（1）直線接合：Straight、（2）交差巻き付け接合：Cross、（3）らせん巻き付け接合：Helicoid、（4）密着巻き付け接合：Tight screwのTi-Ni針を図2に示す円筒形ソレノイド高周波磁気コイル（Induction coil）内に配設し、生体模擬材料として用いた寒天（Gelatin）の加温特性を調べた。当然、ソレノイドコイル内部の磁束流れ（Flux flow）は、コイル長手方向に走っているため、フェライト接合Ti-Ni直線針（Ferrite-coated）と磁束（Flux）とのなす角度（ $\theta$ ）に依存して針の加熱状態が変化する。本実験では、 $\theta = 0^\circ$ の時にいずれの巻き付け方式でも加温効果が大きくなった。図3には、上記各方式でのTi-Ni針の高周波磁場付与に伴う加温効果を鉄細線の単位長さ当りに換算して示す。直線（Straight）および交差（Cross）巻き付け方式が加温効果が大きく、低い電磁場付与で提案した複合機能素子の形状記憶効果と加温効果が得られ、実用的に有利なことがわかる。図4には、フェライト鉄細線直線巻き付け（ $\theta = 0^\circ$ の場合）方式のTi-Ni針（Ferrite-coated Ti-Ni Pin）による生体模擬寒天（Gelatin）試料での高周波誘導加温効果を時間の経過と共に示す。15分程度の電磁場付与で約50℃まで寒天試料は加熱され、この結果から癌温熱療法での目標温度43℃は本提案のフェライト被覆Ti-Ni置針により達成できるめどがついた。また、図5に示される様に、高周波誘導加熱後の寒天内部のTi-Ni針は予め形状記憶処理を施した曲がった形態に自己変形を起こしているのが確認でき、これにより一方向の磁束内部に置かれた直線置針による磁気異方性（ $\theta$ 依存性）に伴う癌病変部分での加温分布の不均一性を食い止めることができ、生体内部への癌温熱療法を実施する上で治療効果が大きい。さらに、

【0011】図6に示される様な電磁場発生コイルを、



本提案の複合機能材料素子を混合させたポリマー、金属およびコンクリートなどを基地母材とする複合材料作製プロセス中に配設することにより、材料強度や材料機能性を向上させるために必要な複合・混合材料素子の方向性も調整でき、複合材料製作技術として利用できる。

#### 【0012】

【発明の効果】前記の強磁性体と形状記憶材料素子を組み合わせた複合機能材料素子は、外部付与電磁場に反応して、発熱し形状記憶効果を積極的に促進させ、かつ電磁場磁束方向にも移動可能ゆえに、以下に記載されるような効果を奏する。

(1) この素子を生体治療・医療用材料として生体癌部分に配設し、外部からの高周波電磁場付与により局所温熱療法（ハイパーサーミア）に用いることができる。強磁性体が接合されているために、低い電磁場付与により腫瘍部加熱効果と形状記憶効果促進により、外部磁場異方性を低減できる効果を奏する。

(2) 強磁性を有するこの素子が付加電磁場に反応でき、移動、配向が自在で、かつ形状記憶効果を有するこの素子自体の伸縮なども付加磁場強さに伴う発熱制御により自在に調整できる特長を鑑みて、ポリマー、金属基、さらにはコンクリートなどを含む複合材料を作製・成型する際に用いる電磁材料プロセス過程での複合材料製造時の添加用材料素子として複合材料の複合強化作用、機能性を向上せしめるために有益な複合材料素子技術となる。

(3) 外部より付与・制御した電磁界に反応し、強磁性体の発熱にともなって形状記憶材料素子の伸縮挙動を制御できるので、外部から制御可能で、かつ三次元的な形状記憶材料からなるロボット用各種アクチュエーター、熱機械エネルギー変換可能な感温駆動素子、生体内部で使用するための形状記憶合金単体からなる用途、例えば、血栓トラップ用フィルター、歯科矯正ワイヤー、血管クリップ、骨折部骨癒着クリップ、形状記憶素子による生体内結石把持器具、尿管拡張器具などへの用途開発を促進させることができる。

#### 【0013】

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】実験に用いた強磁性体フェライト鉄細線巻き付けT i - N i 合金針の巻き付け様式の模式図である。

【図2】円筒形高周波磁気コイル内部に直線金属針を置いた場合、磁束の流れとの相関により現われる磁化異方性の説明図である。

【図3】強磁性体フェライト鉄細線巻き付けT i - N i 合金針での各巻き付け方式での鉄細線の単位長さ当りの高周波加熱特性（磁束と針のなす角度 $\theta = 0^\circ$ の場合）を示す図である。

【図4】鉄細線直線巻き付け（ $\theta = 0^\circ$ の場合）のT i - N i 針4本を刺した生体模擬寒天試料での高周波誘導加熱特性を示す図である。

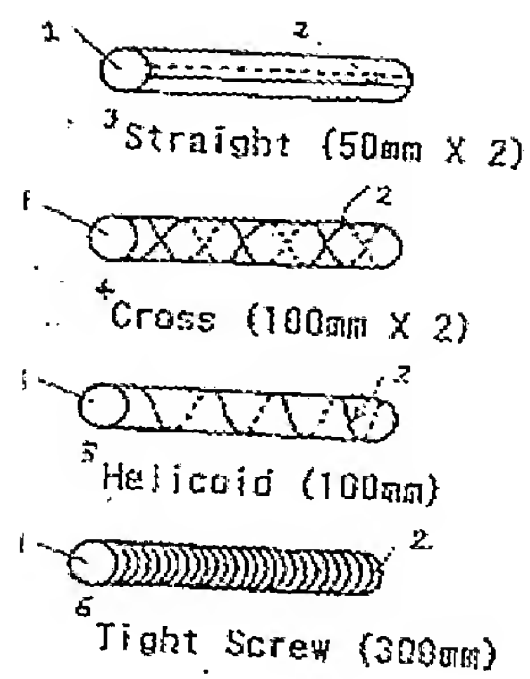
【図5】高周波誘導加熱後に寒天内部で自己変形が確認された自己発熱型T i - N i ワイヤーの実例写真である。

【図6】ポリマー、金属、コンクリートなどを基地相とする複合材料作製プロセス中に外部電磁場を付与して本発明の複合機能材料素子を目的方向に配列させる手法を示す説明図である。

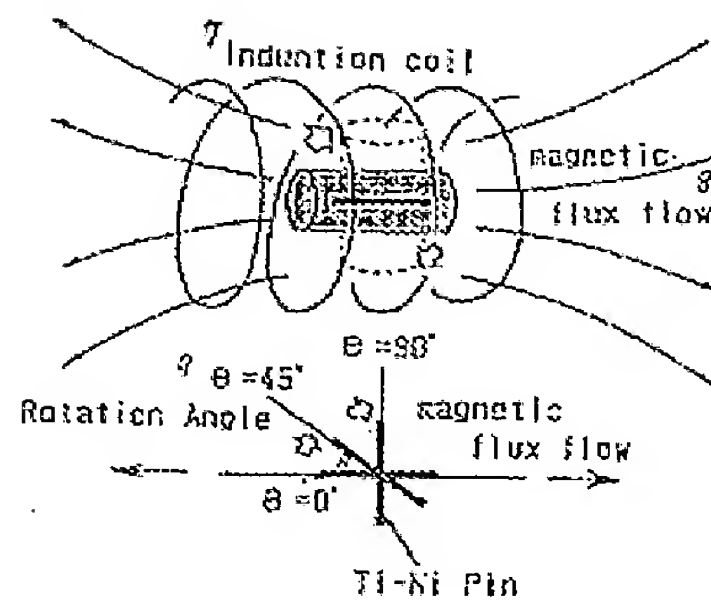
#### 【符号の説明】

- |    |                                 |
|----|---------------------------------|
| 1  | T i - N i 形状記憶置針（直径= 1.0 mm）    |
| 2  | フェライト鉄細線                        |
| 3  | 鉄細線直線巻き付け                       |
| 4  | 鉄細線交差巻き付け                       |
| 5  | 鉄細線ヘリカル巻き付け                     |
| 6  | 鉄細線密着巻き付け                       |
| 7  | 円筒形磁化コイル                        |
| 8  | 磁束流れ                            |
| 9  | 磁束と針のなす回転角度                     |
| 10 | 鉄細線単位長さ当りの加熱速度                  |
| 11 | 経過時間                            |
| 12 | 加熱温度                            |
| 13 | 生体模擬寒天（ゼラチン）                    |
| 14 | 磁極                              |
| 15 | 複合機能材料素子（強磁性体と形状記憶材料単体との組み合わせ体） |

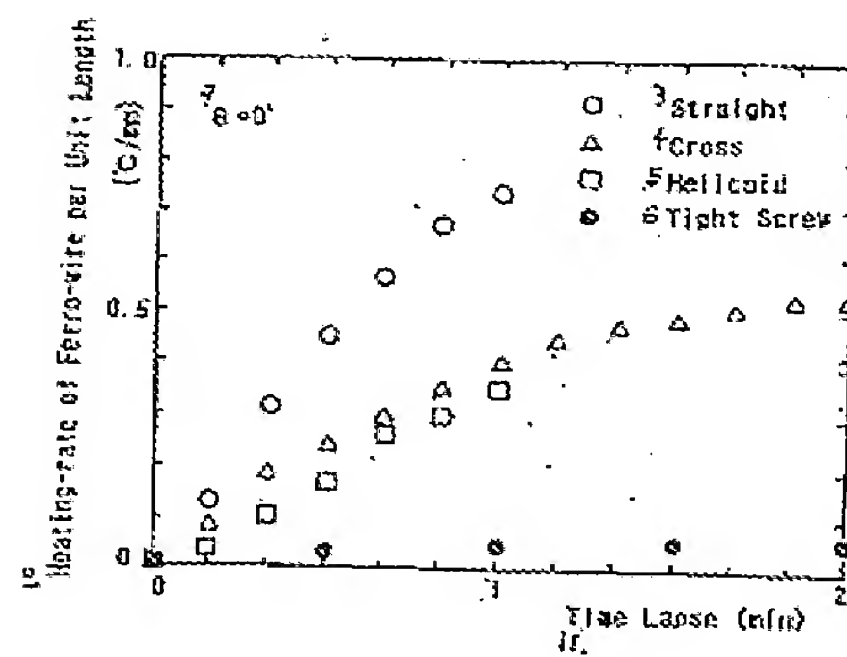
【図1】



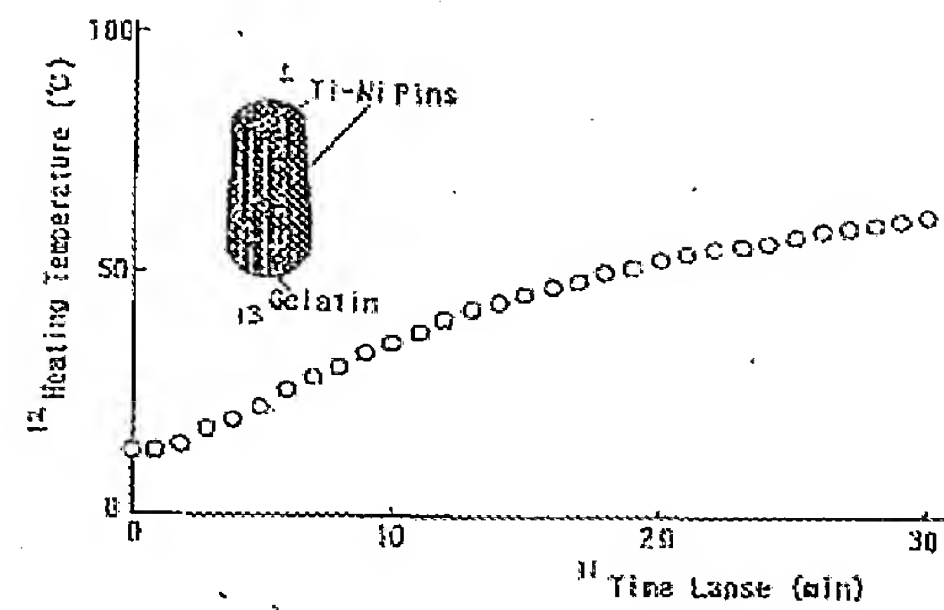
【図2】



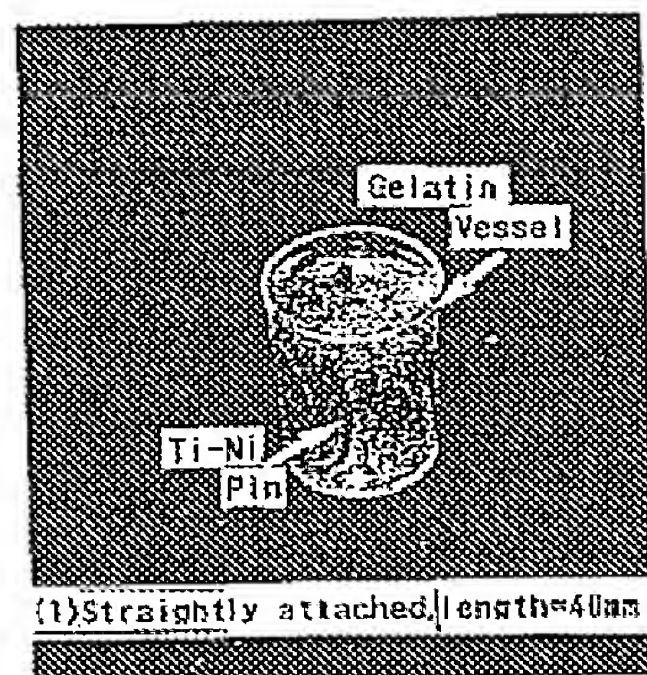
【図3】



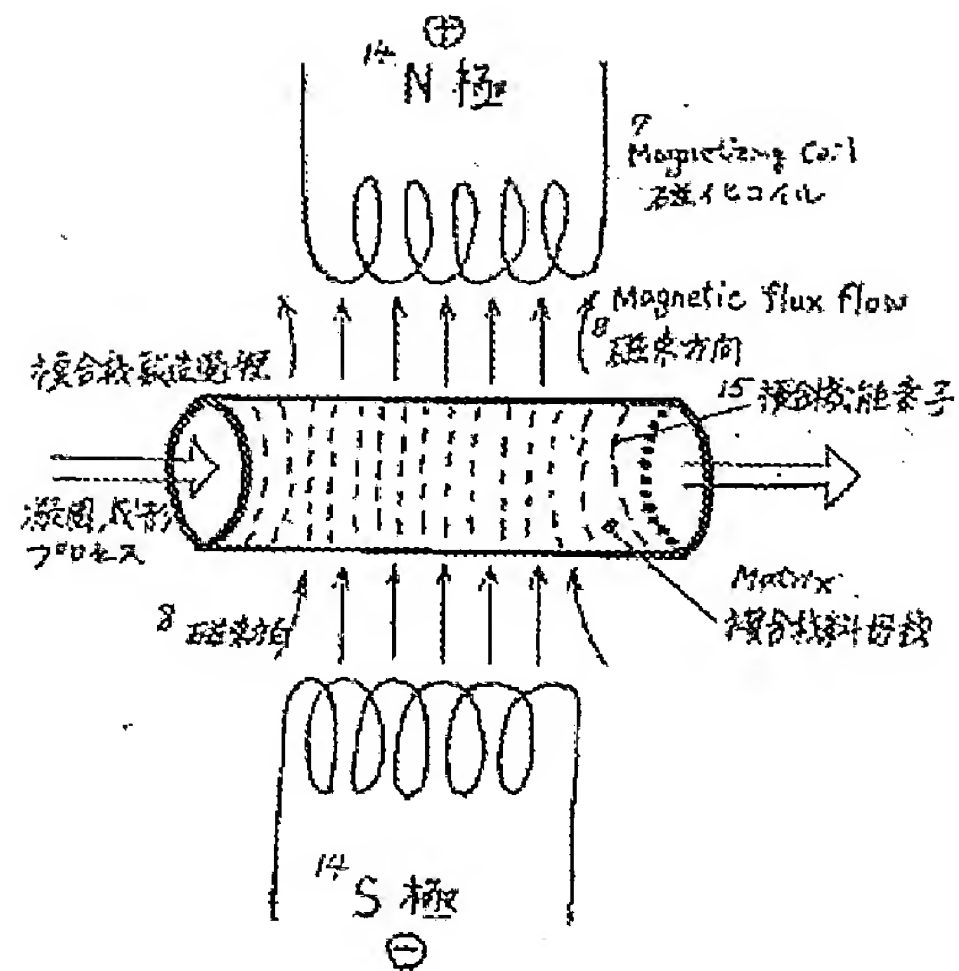
【図4】



【図5】



【図6】



フロントページの続き

(51) Int. Cl. 5

C 2 2 C 19/03

H 0 5 B 6/10

// H 0 1 F 1/00

識別記号

序内整理番号

F 1

技術表示箇所

A

8915-3K